

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11016147 A**(43) Date of publication of application: **22.01.99**

(51) Int. Cl.

**G11B 5/66**  
**G11B 5/02**  
**G11B 5/39**

(21) Application number: **09166845**(22) Date of filing: **24.06.97**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **YAMAMOTO TOMOO**  
**HOSOE YUZURU**  
**TANAHASHI KIWAMU**  
**KANBE TETSUYA**  
**TAMAI ICHIRO**

(54) **INTRASURFACE MAGNETIC RECORDING  
MEDIUM AND MAGNETIC STORAGE DEVICE**

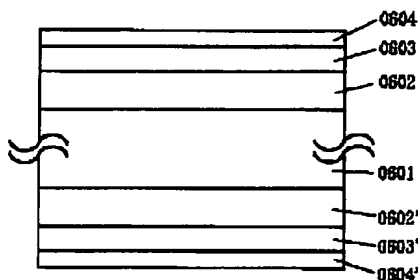
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain a stable recording state even when high density recording is performed and also to enhance a leakage magnetic flux density from the surface of a medium by forming a recording bit in the direction where the magnetization of the medium is made approximately in parallel to the medium surface and in the direction approximately orthogonal to the direction of a recording track and forming an auxiliary bit that is approximately reverse to the recording bit in the magnetization direction on the both end parts of the recording track direction.

**SOLUTION:** A medium is formed by providing a base film 0602 consisting of Cr or an alloy comprising Cr, a magnetic film 0603 consisting of an alloy comprising Co and a protective film 0604 comprising C in turn on a disk like substrate 0601. The magnetic characteristic of this medium makes a ratio of coercive force  $H_{c(\text{bottom})}$  measured by impressing a magnetic field approximately in parallel to the medium surface and in the direction approximately orthogonal to the recording track direction of coercive force  $H_{c(\text{//})}$  measured by impressing the magnetic field in the recording track direction as  $1 < (H_{c(\text{bottom})} / H_{c(\text{//})}) \leq 2$ . Consequently, a

signal can be recorded and reproduced in a high density, and the recording density per square inch can be made to  $\approx 2$  gigabits.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-16147

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/66  
5/02  
5/39

G 1 1 B 5/66  
5/02  
5/39

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-166845

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月24日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 山本 朋生  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 細江 譲  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 棚橋 究  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

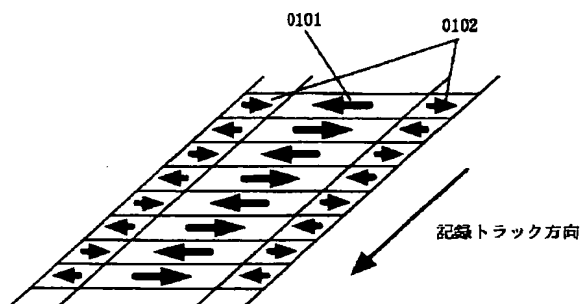
(54) 【発明の名称】 面内磁気記録媒体及び磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 1平方インチあたり2ギガビット以上の超高密度記録が可能な大容量の磁気記憶装置を提供する。

【解決手段】 面内磁気記録媒体において、上記記録トラックの少なくともどちらか一方の端部あるいは両端部に、上記記録ビットとは磁化方向が面内で略逆向きの補助ビットを形成する。媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力  $H_c(\perp)$  と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力  $H_c(\parallel)$  の比  $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$  が1以上2以下となるようにする。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気ヘッドからの磁界により、媒体の磁化を媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に向けた記録ビットを形成する面内磁気記録媒体において、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1以上2以下であることを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項2】請求項1記載の面内磁気記録媒体において、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1.05以上1.6以下であることを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項3】請求項1または2記載の面内磁気記録媒体において、上記磁気記録媒体が円板状の基板上に直接もしくは下地を介して形成された磁性層を有し、上記記録トラック方向が上記円板状の基板の円周方向であることを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項4】請求項1から3のいずれか記載の面内磁気記録媒体と、上記面内磁気記録媒体の磁化を媒体面に略平行で上記記録トラック方向と略直交する方向に向けた記録ビットを形成するための記録ヘッド素子と、上記記録ビットからの信号を再生するための磁気抵抗効果を利用した再生ヘッド素子を有することを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項5】請求項4記載の磁気記憶装置において、上記記録トラックの少なくともどちらか一方の端部あるいは両端部に、磁化方向が媒体面内に略平行で上記記録ビットの磁化方向とは略逆向きの補助ビットを形成するための手段を有することを特徴とする磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ドラム、磁気テープ、磁気ディスク、磁気カード等の磁気記録媒体及び磁気記憶装置に係り、特に1平方インチあたり2ギガビット以上の超高密度記録に適した磁気記録媒体、及びその磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パーソナルコンピュータの普及により、高度情報化社会が発達し、外部記憶装置である磁気ディスク装置の大容量化が求められている。このため、磁気ディスク装置の面記録密度を高めることが必須である。

【0003】現在の磁気ディスク装置はその製品のほとんど全てが面内磁気記録方式である。この方式で情報を記録したときの磁化状態の模式図を図2に示す。面記録密度を高めるため、250kFCIの密度で記録することを考えると、記録トラック方向のビット長は100nmである。現在の磁性粒子の大きさは平均すると約15

nmであるため、記録トラック方向は約7個の磁性粒子で磁化を担うことになる。

【0004】図2に示した記録磁化状態では、隣接する記録ビットの間には磁極が発生し、磁氣的相互作用の影響で遷移部は乱されるため、約7個の磁性粒子で記録ビットを形成することは難しい。この問題を回避するため、高密度でも安定な記録磁化状態を保つ垂直磁気記録方式（特公昭58-91号）やトランスバーサル磁気記録方式（特開平7-249201号）が提案されている。また、従来の面内磁気記録方式の媒体では、円周方向に磁化を交互に向けて記録させるため、外部磁界を略円周方向に印加して測定した保磁力の方が、外部磁界を略半径方向に印加して測定した保磁力に比べ、1.2から1.5倍程度大きな値を持つ。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】垂直磁気記録方式とトランスバーサル磁気記録方式で信号を記録したときの記録磁化状態の模式図をそれぞれ図3、図4に示す。これらの方式で信号を記録した場合、記録トラック方向に隣接する記録ビットの遷移部では磁化が互いに逆向きとなるため、静磁的に非常に安定な記録磁化状態を保つことができる。しかし、媒体内部で閉磁路を作りやすく、空間への漏洩磁束が少ないため、大きな信号を検出するためには、磁気ヘッドの浮上量を低くする必要がある。磁気ヘッドを低浮上させると、磁気ヘッドが媒体表面に衝突する等して耐摺動性が劣化し、磁気ディスク装置の信頼性に関わる問題となる。

【0006】本発明では、高密度記録した際にも安定な記録状態を保ち、かつ、媒体表面からの漏洩磁束密度が高い、すなわち再生出力が大きな磁気記録方式に適した面内磁気記録媒体と磁気記憶装置を提供する。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、媒体の磁化を媒体面に略平行で、記録トラック方向と略直交する方向に記録ビットを形成する面内磁気記録媒体において、記録トラック方向の両端部に記録ビットとは磁化の方向が略逆向きの補助ビットを形成することによって達成される。

【0008】本発明の磁気記録媒体に信号を記録したときの磁化状態の模式図を図1に示す。記録トラック方向に隣接する記録ビット101及び補助ビット102のそれぞれの遷移部では、磁化が互いに逆向きとなるため、静磁的に非常に安定な記録磁化状態を保つことができる。一方、記録トラック方向に直交する方向における記録ビットと補助ビットとの遷移部では磁化の方向が逆向きとなり、この遷移部には磁極が発生し、空間への漏洩磁束は増加する。図では補助ビットを完全に記録しているように示しているが、極端な例として、交流消去状態でも微視的には遷移部で磁極が発生するため、完全に補助ビットを形成する必要はない。媒体の磁化容易軸は、

完全に媒体面と平行である必要はない。媒体の磁化を媒体面（膜面）に平行な成分と垂直な成分に分けたとき、膜面に平行な成分が上記方向に向くように記録されることで本発明は達成される。図2に示すような従来面内記録と呼ばれている方式でも、記録ビット間の遷移部では垂直な成分の磁化を観測することができる。本発明の磁気記録方式でもこれと同様に、記録ビットと補助ビットとの遷移部では垂直な成分の磁化が生ずると同時に、磁化の乱れが生ずると考えられる。

【0009】以上のような記録磁化状態は図6に一例を示すような媒体上に実現することができる。Ni-PをメッキしたAl-Mg合金基板、あるいはガラス等のセラミックス基板からなる円板状の基板601上に、直接、もしくはCrあるいはCrを含む合金からなる下地膜602を介して、Coを含む合金からなる磁性膜603、少なくともCを含む保護膜604を順次形成する。このとき、下地膜を設ける場合には、下地膜と基板との間に結晶配向の制御、密着性の向上等の理由により、ここでは記載していない膜を設けても何ら問題はない。ここで例に挙げた円板状の基板を用いた場合、上記記録磁化状態における記録トラック方向は円周方向となる。

【0010】媒体の磁気特性としては、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1以上2以下とすることが、記録ビットを安定化させる上で重要である。

【0011】保磁力の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1よりも小さくなると、記録ビットと補助ビットとの遷移部で磁化の乱れが大きくなり、媒体ノイズが大きくなってしまい好ましくない。一方、保磁力の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が2よりも大きくなると、情報書き込み時の再記録現象による減磁の程度が大きくなってしまい好ましくない。これらの現象を考慮すると、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ は1.05以上1.6以下とすることが、より望ましい。

【0012】また、基板上にはテクスチャリング加工が施されていても構わない。基板に略円周方向にテクスチャリング加工を施した基板では、通常基板温度を高くすると、 $H_c(\parallel)$ の方が $H_c(\perp)$ に比べて1.2から1.5倍程度大きくなる。しかし、基板温度を室温とすることで、本発明の媒体のように $H_c(\perp)$ を $H_c(\parallel)$ よりも高めることができる。さらに、磁気ヘッドスライダの粘着防止用のテクスチャリングを円周方向にではなく、放射状に形成しても $H_c(\perp)$ を $H_c(\parallel)$ よりも高めることができる。

【0013】本発明では記録トラック方向と略直交する

方向に磁化を向けて記録ビットを形成するとしているが、 $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲ですれても構わない。磁気ディスク装置では磁気ヘッドのヨー角の影響により、媒体の磁化が面内で $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲で記録トラックと直交する方向からずれてしまうことがある。しかし、本発明の主旨としては、媒体の磁化の面内成分が記録ビット間の遷移部で平行となり、記録トラックの両端部に記録ビットとは磁化方向が面内で略逆向きの補助ビットを形成することが重要であるため、記録トラックに対する相対的な磁化の方向は特に問題とならない。

【0014】本発明の記録磁化状態を形成するためには、記録トラック方向と略直交する方向に磁極を4つ配置し、かつ、それぞれの磁極は隣接する磁極と磁気的に結合して3つの磁気コアを形成した書き込み専用の記録ヘッド素子を用いる。このとき、中心の2つの磁極で形成する中心の磁気コア（主磁極）とその両端に配置された磁気コア（補助磁極）とでは、それぞれの磁極で作る記録磁界の面内成分が略反対方向となるように記録動作をさせる。

【0015】この記録動作は図5に示すように、中心の磁気コア（主磁極）501'とその両端の磁気コア（補助磁極）501''の coils の巻く方向を逆にする等して可能となる。記録ヘッド素子に関しても、記録トラック方向と略直交する方向に磁極を4つ配置するとしているが、前述した理由と同様に、記録トラックと直交する方向から $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲ですれても構わない。

【0016】このように形成された記録ビットからの信号は、図7に示すような構造のバーマロイ等の磁性材料を用いた磁気抵抗効果を利用した再生ヘッド素子（MRヘッド素子）701を用いることで検出することができる。MRヘッド素子を用いる場合には、MRヘッド素子の記録トラック方向に直交する方向の幅（再生トラック幅）を主磁極により形成される記録ビットのトラック幅よりも狭くして、補助ビットとの遷移部にMRヘッド素子がかからないようにした方が、媒体ノイズを強く検出しないためより好ましい。記録ビットのトラック幅は、記録ヘッド素子の主磁極の幅とギャップ長によって決定される。このため、MRヘッド素子のトラック幅を、主磁極の幅とギャップ長を足した大きさと同等か、あるいはそれよりも狭くすることが好ましい。

【0017】記録ヘッド素子とMRヘッド素子は1つの磁気ヘッドスライダ上に形成される。図10(a)は、本発明の磁気ヘッドスライダにおける、記録ヘッド素子とMRヘッド素子との相対的な位置関係を媒体表面に対向する面から見た図である。記録ヘッドコアは中央の2つの主磁極1001とその両側に配置された2つの補助磁極1002からなる。1003はMRヘッド素子であり、1004はシールド膜である。2つの主磁極のそれぞれの中心1005と1006を結ぶ線分の中点100

7 (以後、これを記録ヘッドの中心と呼ぶ) から2つの主磁極の中心を通る直線1008に引いた垂線1009と、記録ヘッドの中心1007とMRヘッド素子の中心1010を結んだ直線1011のなす角 $\theta$ が $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲にあるようにすることが好ましい。記録ヘッド素子とMRヘッド素子の相対的な位置がこの範囲から外れて配置された場合、記録ヘッド素子で形成した記録ビット上にMRヘッド素子を正確に位置決めすることが困難となる。

【0018】さらに信号を高感度に検出するためには、図8に示すように、上記記録ビットと補助ビットとの遷移部直上に、媒体からの漏洩磁束を吸い込む磁束導入部801を配置することが好ましい。この磁束導入部801を軟磁性体で構成することにより、効率良く磁束をMRヘッド素子802に導くことができる。

【0019】媒体からの漏洩磁束を制限するため、図9に示すようにMR素子部902の両側を高透磁率の膜からなるシールド903で挟むと、MRヘッド素子902部直下からの漏洩磁束のみを検出でき、分解能を高める上で特に好ましい。

【0020】このMRヘッド素子の磁束導入部と記録ヘッド素子との相対的な位置関係は、図10(b)に示すようにすることが好ましい。図10(b)は、本発明の磁気ヘッドスライダにおける、記録ヘッド素子とMRヘッド素子の磁束導入部との相対的な位置関係を媒体表面に対向する面から見た図である。記録ヘッドコアは中央の2つの主磁極1021とその両側に配置された2つの補助磁極1022からなる。1023はMRヘッド素子の磁束導入部であり、1024はシールド膜である。2つの主磁極のそれぞれの中心1025と1026を結ぶ線分の中点1027 (以後、これを記録ヘッドの中心と呼ぶ) から2つの主磁極の中心を通る直線1028に引いた垂線1029と、記録ヘッドの中心1027とMRヘッド素子の磁束導入部の中心1030を結んだ直線1031のなす角 $\theta$ が $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲にあるようにすることが好ましい。記録ヘッド素子とMRヘッド素子の相対的な位置がこの範囲から外れて配置された場合、記録ヘッド素子で形成した記録ビット上にMRヘッド素子を正確に位置決めすることが困難となる。

【0021】本発明の記録磁化状態を形成するためには、従来に比べてかなり複雑な記録ヘッド構造となる。これを簡素化するため、図12に示すような記録トラック方向に略直交する方向に記録ビットを形成する面内磁気記録方式において、記録トラック方向のどちらか一方の端部に記録ビット1201とは面内で略逆向きの補助ビット1202を形成しても良い。補助ビットが片側のみでは、磁極が片側しか発生しないため、両側に補助ビットがある場合に比べ、漏洩磁束は若干減少するが、従来のトランスバーサル磁気記録方式に比べれば、充分大きな出力が得られる。また、この場合にも、記録トラ

ク方向と略直交する方向に記録ビットを形成するとして、前述した理由と同様にして、記録トラックと直交する方向から $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲ですべても構わない。補助ビットのトラック幅は必ずしも記録ビットのトラック幅より小さくする必要はない。補助ビットを安定化するためには同じ幅とした方が好ましく、トラック密度を高めたい場合には補助ビットのトラック幅を狭くした方が好ましい。

【0022】このような記録磁化状態を形成する記録ヘッドの構造は、図13に示すように簡素化できる。

【0023】以上のような本発明の面内磁気記録媒体と磁気ヘッドとの組み合わせにより、1平方インチあたり2ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置を達成することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

〔実施例1〕本発明の面内磁気記録媒体の信号記録時における磁化状態の模式図を図1に示す。記録トラック方向に略直交する方向に磁化した記録ビット101の両端部に、記録ビットとは面内で略逆向きに磁化した補助ビット102を形成する。このような記録磁化状態は図5に一例を示すような記録ヘッドによって形成することができる。記録ヘッドコア501は記録トラック方向に略直交する方向に4つの磁極を配置しており、中心のコア(主磁極)501'と両端のコア(補助磁極)501''とではコイル502の巻く方向を逆にしてある。電流源503から記録電流を流して、記録磁界504を発生させる。この磁界により、記録ビット505とこれと面内で略逆向きの磁化を有する補助ビット506を形成する。この記録ヘッドの模式図は原理を示すためにわかりやすく記述してあるが、実用の上では薄膜ヘッドとした方がより好ましい。

【0025】以上のような記録磁化状態は図6に一例を示すような媒体上に実現することができる。Ni-PをメッキしたAl-Mg合金基板、あるいはガラス等のセラミックス基板からなる円板状の基板601上に、少なくともCr、もしくはCrを含む合金からなる下地膜602を設け、この上にCoを含む合金からなる磁性膜603、少なくともCを含む保護膜604を順次形成する。

【0026】ここで、特に重要なことは、媒体の磁気特性として、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1以上2以下とすることである。さらに望ましくは、媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ と記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ が1.05以上1.6以下とする。

【0027】本発明の磁気記録方式によって記録された情報は、図7に示すような再生ヘッドで読み出すことができる。記録ビット703と補助ビット704の遷移部には磁極が発生しているため、空間に磁束702が漏洩する。記録ビット直上をMR素子701からなる再生ヘッドを走行させると、記録ビットからの漏洩磁束の方向に応じて、MR素子の磁気抵抗が変化する。このとき、MR素子に定電流を流しておけば、漏洩磁束の方向の変化を電圧の変化として検出することができる。MR素子のトラック幅を記録ビットの幅よりも狭くして、補助ビ

ットとの遷移部にMR素子がかからないようにした方が、媒体ノイズを強く検出しないためより好ましい。  
【0028】さらに信号を高感度に検出するためには、図8に示すような構造の再生ヘッドを用いることが望ましい。媒体からの漏洩磁束803は、記録ビット804と補助ビット805との遷移部直上で最も密度が高い。この位置に磁束を吸い込む磁束導入部801が配置されるようにヘッドを位置決めし、多くの磁束をMR素子802に流すようにすることで、高い再生出力が得られる。MR素子としては、パーマロイ等の通常のMR素子の他に、巨大磁気抵抗効果を利用したGMR素子を用いると、大きな再生出力が得られて好ましい。

【0029】また、再生時に、隣接する記録ビットからの漏洩磁束を制限し、再生ヘッド直下からの漏洩磁束のみを検出するように制限すると、分解能を高める上で特に好ましい。これには、図9に示すように、MR素子部の両側を高透磁率の膜からなるシールド903で挟むことが効果的である。

【0030】以上のような記録ヘッドと再生ヘッドは、摺動面から見て、図10(b)に示すように1つのスライダ基体上に配置する。このとき、記録ヘッドの中心1027とMRヘッド素子の磁束導入部1023の中心1030を結んだ直線1031と、記録ヘッドの主磁極の並びに対する垂線1029とのなす角 $\theta$ が $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲になるように、それぞれの素子を配置することが好ましい。

【0031】前述した記録磁化状態を形成する面内磁気記録方式により、本発明と従来の面内記録媒体に記録再生試験を行った結果、図11に示すような再生出力の記録密度依存性が得られた。再生出力は5kFCIの信号を100%として規格化してある。記録条件としては、記録ビット幅(トラック幅)800nm、補助ビット幅200nmとした。再生条件としては、シールド間隔200nmで、MR素子には図7に示すような通常の再生素子を用い、再生トラック幅は700nmとした。本発明の磁気記録媒体の媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\perp)$ は2500Oe、記録トラック方向に磁界を印加して測定した保磁力 $H_c(\parallel)$ は2200Oeであり、これらの保磁力の比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ は1.14であ

る。一方、比較例に用いた媒体の $H_c(\perp)$ は2200Oe、 $H_c(\parallel)$ は2500Oeであり、この比 $H_c(\perp)/H_c(\parallel)$ は0.88である。前述した記録磁化状態を形成する面内磁気記録方式においては、本実施例の磁気記録媒体の方が高密度まで記録再生できていることがわかる。

【0032】【実施例2】実施例1で示した記録磁化状態を形成するためには、従来に比べてかなり複雑なヘッド構造となる。これを簡素化するため、図12に示すような記録トラック方向に略直交する方向に記録ビット1201を磁化させる面内磁気記録方式において、記録トラック方向のどちらか一方の端部に記録ビットとは面内で略逆向きの補助ビット1202を形成しても良い。補助ビットが片側のみでは、チャージが片側しか発生しないため、両側に補助ビットがある場合に比べ、漏洩磁束は若干減少するが、従来のトランスバーサル磁気記録方式に比べれば、充分大きな出力が得られる。

【0033】本実施例のような記録磁化状態を形成する記録ヘッドの構造は、図13に示すように簡素化できる。記録ヘッドコア1301は記録トラック方向に略直交する方向に3つの磁極を配置しており、記録ビット1305を形成するコアと補助ビット1306を形成するコアとでコイル1302の巻く方向を逆にしてある。電流源1303から記録電流を流して、記録磁界1304を発生させる。この磁界により、記録ビット1305とこれと面内で略逆向きの磁化を有する補助ビット1306を形成する。補助ビットのトラック幅は必ずしも記録ビットのトラック幅より小さくする必要なく、同じ幅であっても構わない。補助ビットを安定化するためには、補助ビットと記録ビットのトラック幅を同じにした方が好ましく、トラック密度を高めたいときには、補助ビットのトラック幅を狭くすれば良い。

【0034】信号の再生は、図14及び図15に示すように、実施例1と同様な構造のものを用いることができる。

【0035】これまで述べてきた磁気記録方式で信号を記録する面内磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置では、1平方インチあたりの記録密度を2ギガビット以上に対応することができ、従来の磁気記憶装置に比べ3倍以上の記憶容量を持った高密度磁気記憶装置を実現することができた。また、実施例では、ディスク状の磁気記録媒体とそれを用いた磁気記憶装置について例を述べてきたが、本発明は片面のみに磁性層を有するテープ状、カード状の磁気記録媒体、及びそれら磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置にも適用できることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】磁気ヘッドからの磁界により、媒体の磁化を媒体面に略平行で記録トラック方向と略直交する方向に向けた記録ビットを形成する面内磁気記録媒体において、上記記録トラックの少なくともどちらか一方の端

部あるいは両端部に、上記記録ビットとは磁化方向が面内で略逆向きの補助ビットを形成することによって、高密度に信号を記録再生できる。この媒体と記録トラック方向に略直交する方向に磁極を4つあるいは3つ配置し、かつ、それぞれの磁極は隣接する磁極と磁氣的に結合させて3つあるいは2つの磁気コアを形成した書き込み専用の記録ヘッド素子と、磁気抵抗効果を利用した再生専用のヘッドとを組み合わせることにより、1平方インチあたりの記録密度を2ギガビット以上に対応する磁気記憶装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録装置による記録磁化状態の模式図。

【図2】従来の面内磁気記録装置による記録磁化状態の模式図。

【図3】従来の垂直磁気記録装置による記録磁化状態の模式図。

【図4】従来の面内トランスバーサル型磁気記録方式による記録磁化状態の模式図。

【図5】本発明の記録ヘッドの一例を示す模式図。

【図6】本発明の媒体の一例を示す断面図。

【図7】本発明の磁気記録装置における再生方法の一例を示す模式図。

【図8】本発明の磁気記録装置における再生方法の一例を示す模式図。

【図9】本発明の磁気記録装置における再生方法の一例を示す模式図。

【図10】本発明の磁気ヘッドの摺動面から見たヘッド部材の配置の一例を示す平面図。

【図11】本発明の磁気記録装置における再生出力の記録密度依存性を示す図。

【図12】本発明の磁気記録装置による記録磁化状態の模式図。

【図13】本発明の記録ヘッドの一例を示す模式図。

【図14】本発明の磁気記録装置における再生方法の一例を示す模式図。

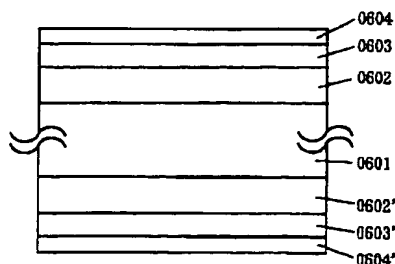
\*【図15】本発明の磁気記録装置における再生方法の一例を示す模式図。

【符号の説明】

101…記録ビット、102…補助ビット、201…記録ビット、301…記録ビット、401…記録ビット、501…記録ヘッドコア、501'…主磁極、501''…補助磁極、502…コイル、503…電流源、504…記録磁界、505…記録ビット、506…補助ビット、601、601'…基板、602、602'…下地膜、603、603'…磁性膜、604、604'…保護膜、701…MR素子、702…漏洩磁束、703…記録ビット、704…補助ビット、801…磁束導入部、802…MR素子、803…漏洩磁束、804…記録ビット、805…補助ビット、901…磁束導入部、902…MR素子、903…シールド、904…漏洩磁束、905…記録ビット、906…補助ビット、1001…主磁極、1002…補助磁極、1003…MRヘッド素子、1004…シールド、1005…主磁極の中心、1006…主磁極の中心、1007…記録ヘッドの中心、1008…2つの主磁極の中心を通る直線、1009…1008に対する垂線、1010…MRヘッド素子の中心、1011…1007と1010を結んだ直線、1021…主磁極、1022…補助磁極、1023…MRヘッド素子の磁束導入部、1024…シールド、1025…主磁極の中心、1026…主磁極の中心、1027…記録ヘッドの中心、1028…2つの主磁極の中心を通る直線、1029…1028に対する垂線、1030…MRヘッド素子の磁束導入部の中心、1031…1027と1030を結んだ直線、1201…記録ビット、1202…補助ビット、1301…記録ヘッドコア、1302…コイル、1303…電流源、1304…記録磁界、1305…記録ビット、1306…補助ビット、1401…MR素子、1402…漏洩磁束、1403…記録ビット、1404…補助ビット、1501…磁束導入部、1502…MR素子、1503…漏洩磁束、1504…記録ビット、1505…補助ビット。

【図6】

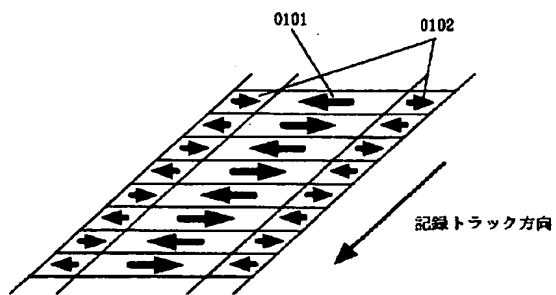
図6





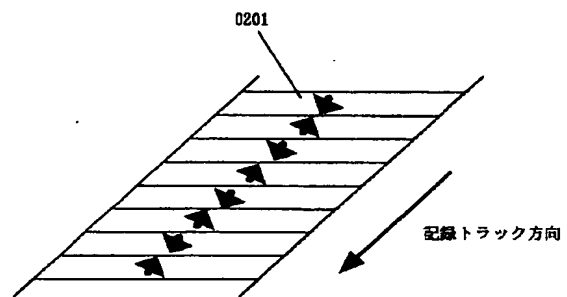
【図1】

図1



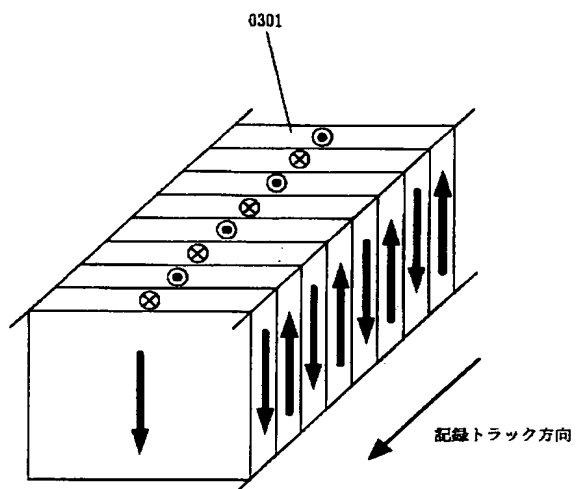
【図2】

図2



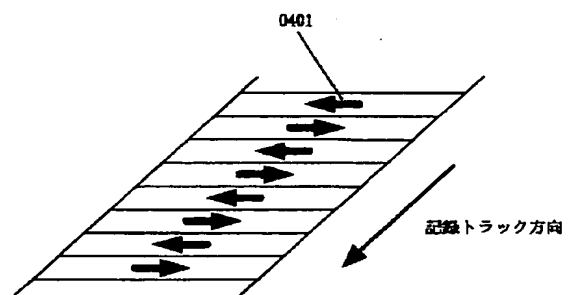
【図3】

図3



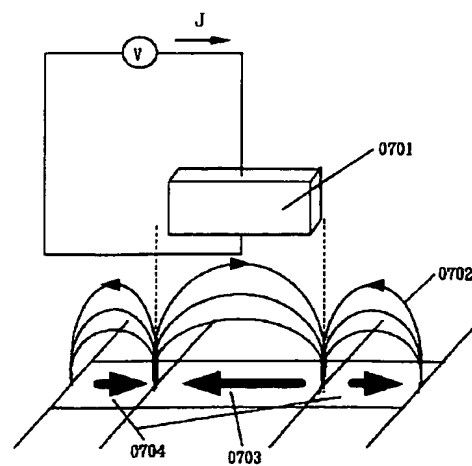
【図4】

図4



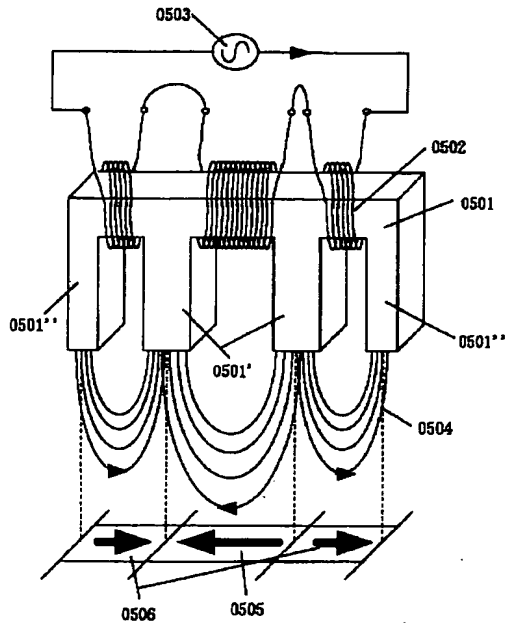
【図7】

図7



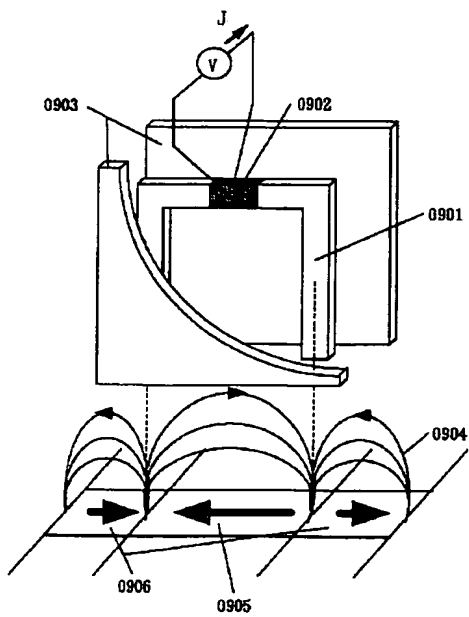
【図5】

図5



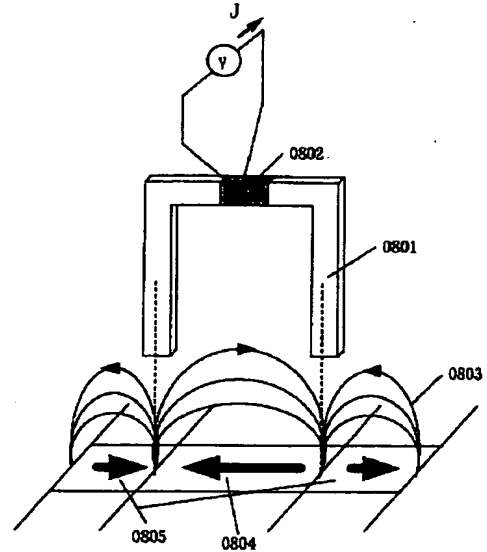
【図9】

図9



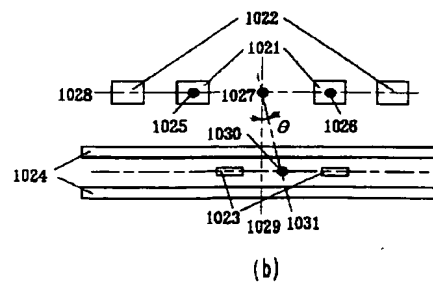
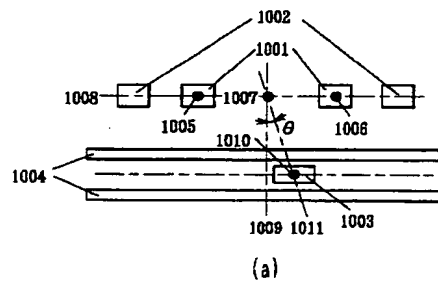
【図8】

図8



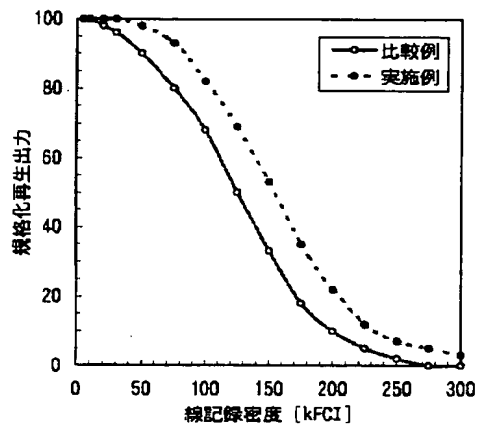
【図10】

図10



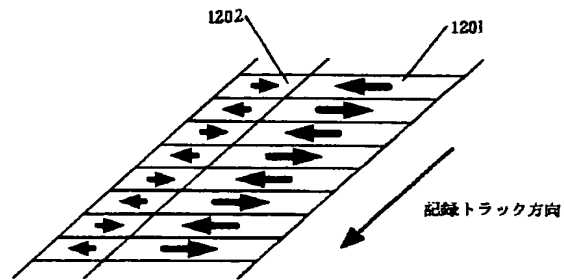
【図11】

図11



【図12】

図12

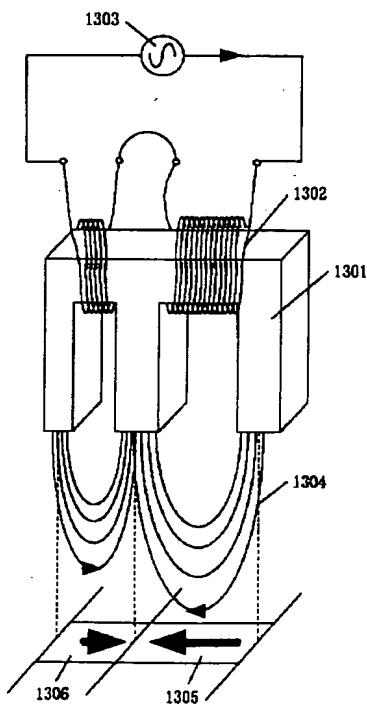


【図15】

図15

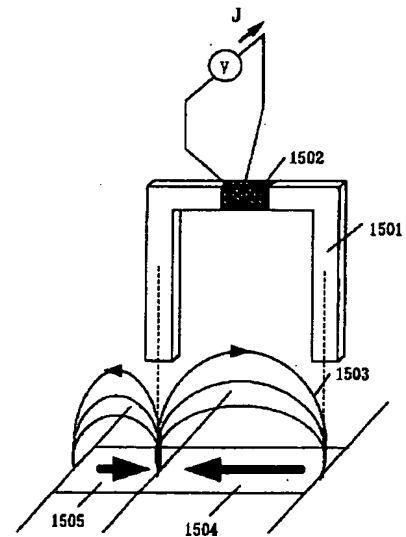
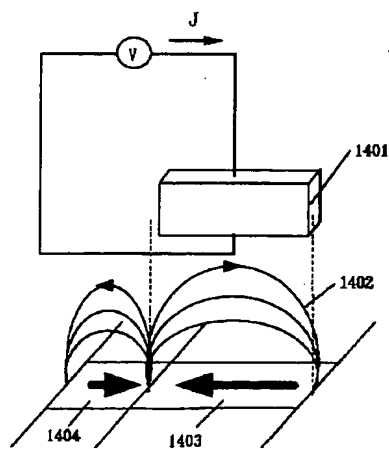
【図13】

図13



【図14】

図14



フロントページの続き

(72)発明者 神邊 哲也  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 玉井 一郎  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内